研究提出基于短周期密集台阵技术的城市盆地结构探测手段

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/15509.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

在人口稠密且容易发生破坏性地震的特大城市开展城市盆地结构探测对地震灾害监测与风险评估十分重要，因为盆地的“场地效应”会放大地震动的振幅、增加其持续时间。随着便携式一体化短周期节点地震仪的快速发展，短周期密集台阵探测已成为低成本、高分辨约束城市盆地结构的重要手段。然而，相比于传统宽频带地震仪，短周期节点地震仪具有噪音水平高、观测周期短等劣势。如何基于短周期节点地震仪发展相应成像技术，更清晰有效地提取地下结构信息有待进一步探究。

接收函数是探测地球内部结构的重要手段。接收函数的提取实质上是一个反褶积的问题，通过水平分量和垂直分量的反褶积分离出台站下方速度间断面的转换波，获取地下界面信息。接收函数反褶积的但难点在于克服反褶积的内在非唯一性（Intrinsic non-uniqueness of deconvolution），提取稳定、可靠的接收函数，特别是短周期节点地震仪的接收函数研究中存在波形噪音水平高、记录到的远震事件少（观测周期短）、叠加不足等问题，如何利用短周期节点地震仪进行高精度的接收函数成像存在挑战。

基于短周期密集台阵技术，中国科学院地质与地球物理研究所地球与行星物理院重点实验室副研究员王新联合美国加州理工学院、路易斯安那州立大学等科研人员，发展出适应于短周期密集台阵的新一代接收函数成像方法。利用密集台阵记录到的连续波场信息，该研究创新性地引入沿层相干的概念，发展了获取连续地下结构的贝叶斯沿层相干接收函数算法（图1、2）。相较于传统“单地震-单台站”接收函数而言，该方法通过多地震、多台站联合反演有效抑制了地下非相干噪声和局部散射，降低了传统单台反褶积的非唯一性；通过引入噪音水平、正则化因子，约束实际数据所反映的“最简单”的地下结构，降低传统单台反褶积中数据过度拟合的问题；通过贝叶斯反演，引入接收函数误差估计，有助于更准确、更定量的地质解释（图3、4）。

研究提出了“能解释地震记录的最优地下结构”的新范式（models that can best explain waveforms）。与传统“单地震-单台站”接收函数相比，该方法的核心思路为利用密集台阵记录到的连续波场信息，从低信噪比数据中提取相干信号，更清晰有效地追踪地下结构。根据研究问题的尺度不同，该方法还可应用于刻画俯冲板片界面、岩石圈-软流圈界面（S波接收函数）、上地幔间断面等研究中，通过利用密集台阵，构建地下精细结构，为定量地质解译提供可能。

相关研究成果发表在*JGR-Solid Earth*上。研究工作得到国家自然科学基金项目的资助。

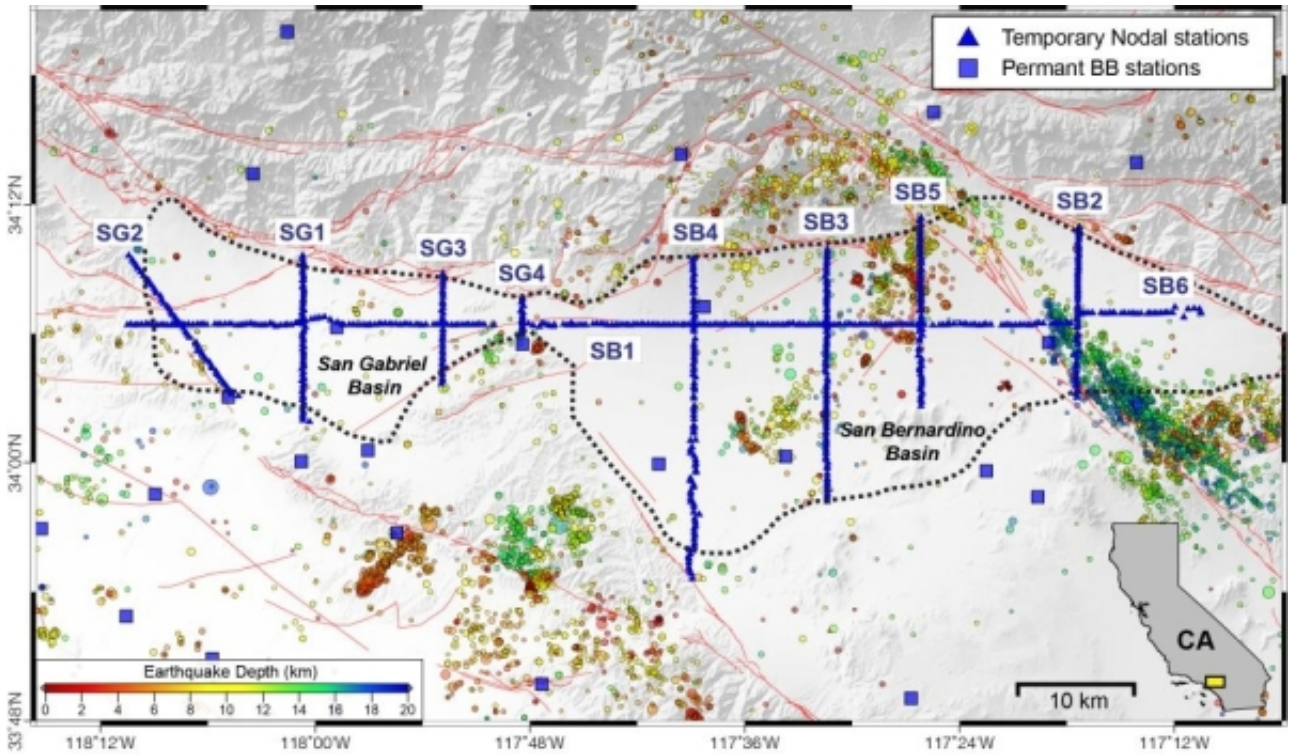


图1.洛杉矶盆地BASIN（Basin Amplification Seismic INvestigation）短周期密集台阵。BASIN短周期密集台阵包含10个二维观测剖面（蓝色三角形），总台站数约750个，平均台间距约250m

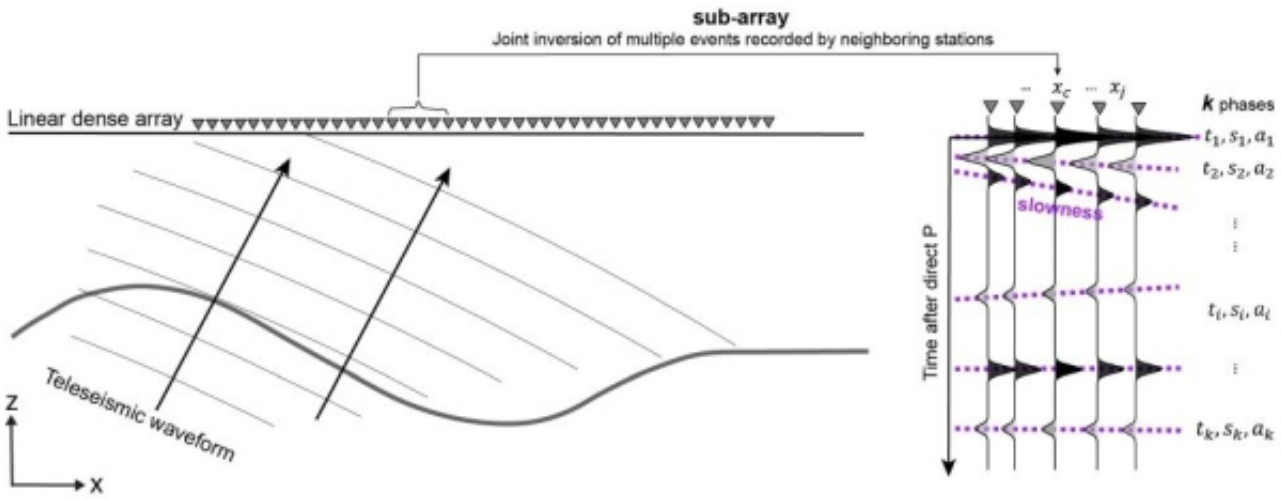


图2.基于密集台阵的贝叶斯沿层相干接收函数示意图。由于台间距较小，相邻台站下方的结构具有一致性，可通过多地震、相邻台站联合反演有效抑制地下非相干噪声和局部散射，提高反褶积的稳定性。右图描绘了包含5个相邻台站的沿层相干接收函数。紫色虚线表示相干接收函数震相，每个震相由时间（t）、慢度（s）和幅度（a）表示

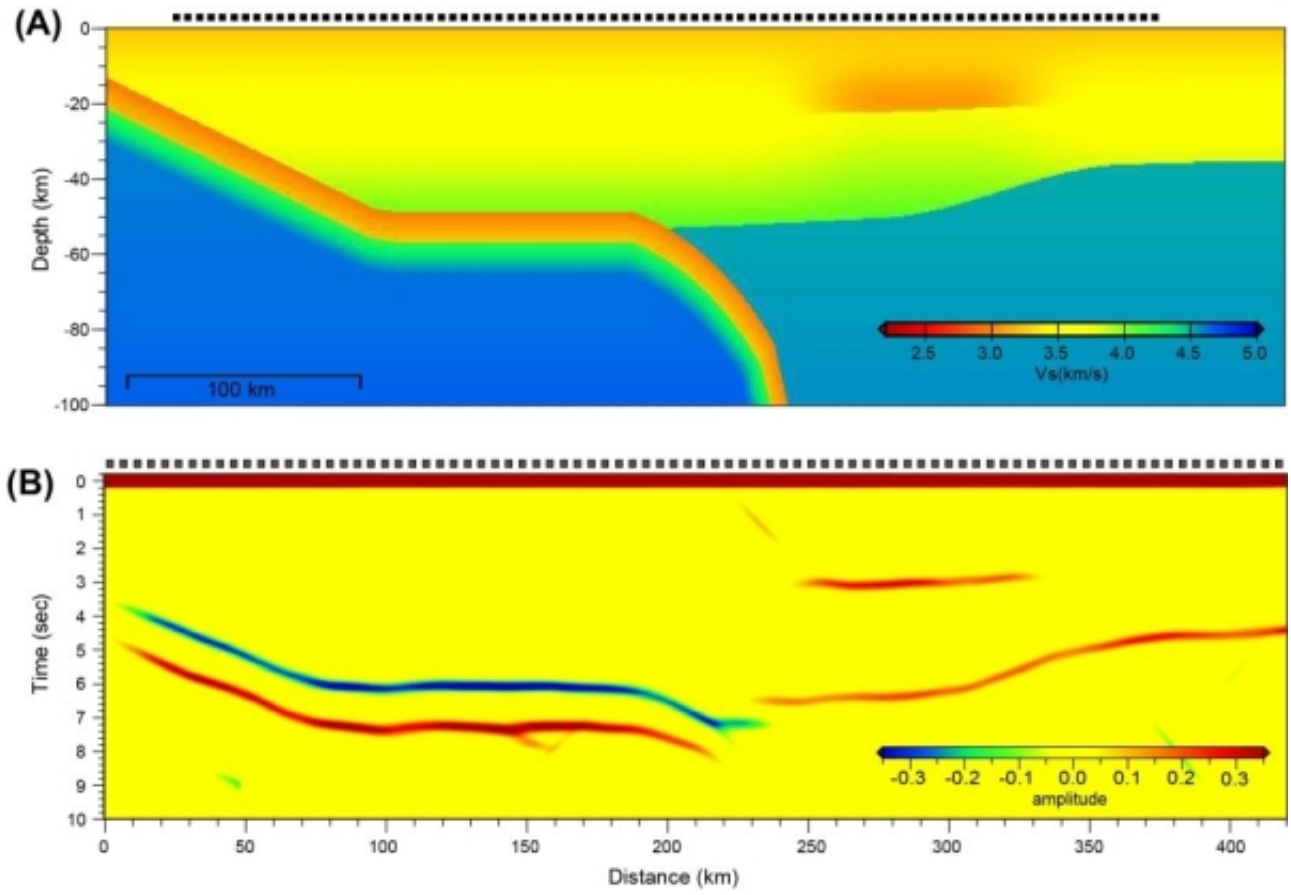


图3.正演测试。（a）俯冲板片二维速度模型，方块表示均匀分布的地表地震台站，台间距为5公里；（b）基于密集台阵的贝叶斯沿层相干接收函数成像结果。注：80-100公里深度处的陡倾角板片由于倾角过大而无法利用接收函数方法进行准确成像

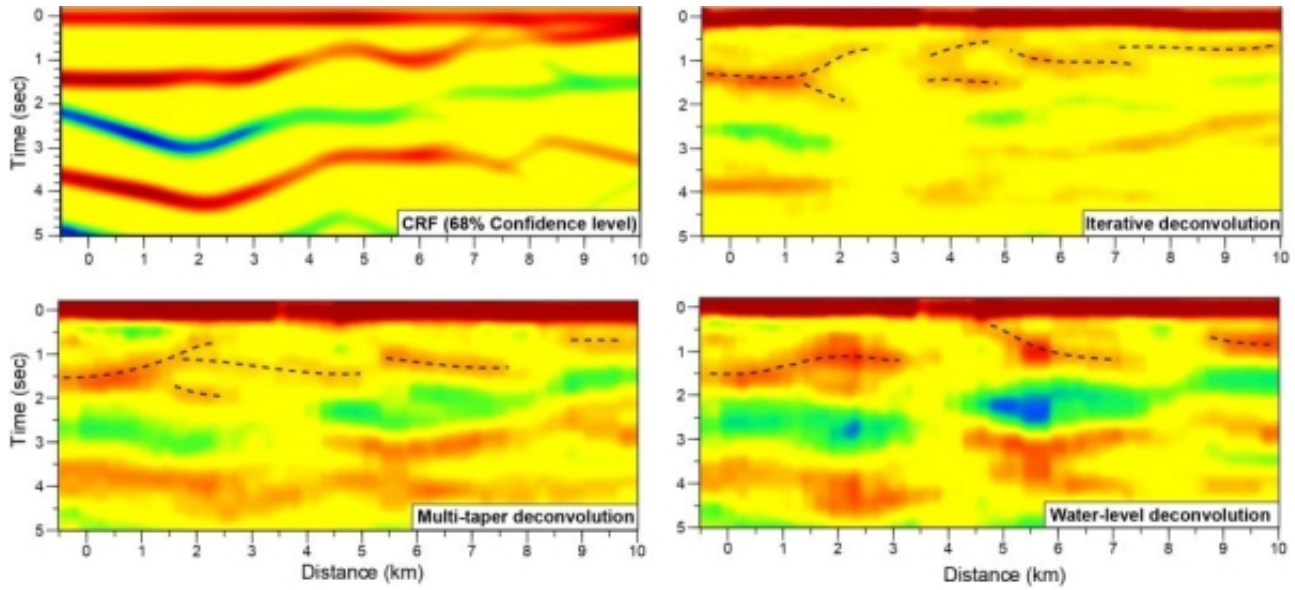


图4.BASIN短周期密集台阵实际应用。基于密集台阵的贝叶斯沿层相干接收函数（仅展示了可靠度大于68%的震相）与三种常用传统“单台站-
单地震”接收函数方法对比（SG3剖面，其位置见图1）

研究团队单位：地质与地球物理研究所

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发